

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-073895

(43)Date of publication of application : 17.03.1995

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 05-237275

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 31.08.1993

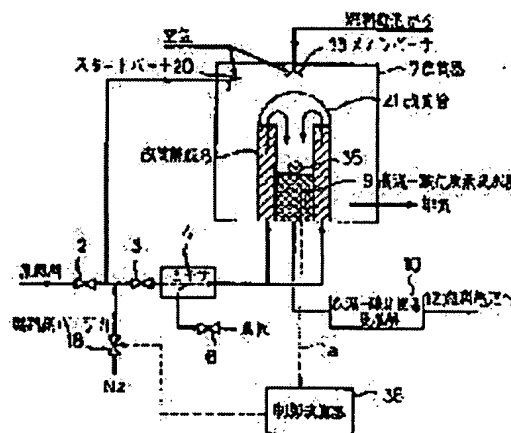
(72)Inventor : MATSUMURO HARUO
SEKIGUCHI HIROBUMI
TAKEDA TAMOTSU

(54) FUEL CELL POWER GENERATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the destruction or the deterioration of a catalyst of a high temperature carbon monoxide transformer.

CONSTITUTION: In a reformer 7, main fuel and steam are reacted with a reforming catalyst 8 staying inside a reforming tube 21, to produce reformed gas. The reformer 7 is provided with a high temperature carbon monoxide transformer 9 for removing carbon monoxide. A fuel supplier supplies the produced reformed gas to a fuel electrode of the fuel cell. An air supplier supplies oxygen to an air electrode of the fuel cell. A nitrogen purger supplies purged nitrogen to the reformer 7 via a purge valve 18 on a fuel side when a plant is inoperative. A temperature detector 35 detects an inlet temperature of the high temperature carbon monoxide transformer 9 so as to output an inlet temperature signal. A control calculator 36 compares a preset temperature set signal with a signal indicating the inlet temperature in order to set a catalyst temperature of the high temperature carbon monoxide transformer 9, which is increased by the purged nitrogen of a high temperature when the plant is inoperative, lower than a maximum using temperature, thus opening or closing the purge valve 18 on a fuel side according to a deviation between the compared signals.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-73895

(43) 公開日 平成7年(1995)3月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/04	Y			
	J			
8/06	R			

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平5-237275

(22) 出願日 平成5年(1993)8月31日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 松室 春生

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72) 発明者 関口 博文

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72) 発明者 武田 保

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

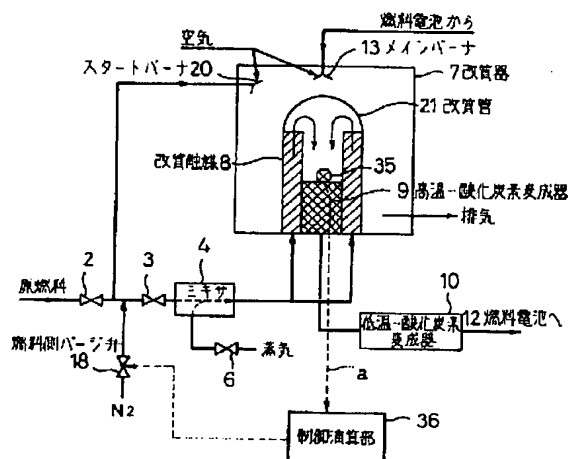
(74) 代理人 弁理士 紋田 誠

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電装置

(57) 【要約】

【構成】改質器7は、原燃料と蒸気とを改質管21内の改質触媒8と反応させ改質ガスを生成すると共に、一酸化炭素を除去する高温一酸化炭素変成器9を有する。燃料供給手段は、生成された改質ガスを燃料電池の燃料極へ供給する。空気供給手段は燃料電池の空気極へ酸素を供給する。窒素パージ手段はプラント停止時に燃料側パージ弁18を介して改質器7へパージ窒素を供給する。温度検出器35は、高温一酸化炭素変成器の入口温度を検出して入口温度信号を出力する。制御演算部36は、プラント停止時の高温のパージ窒素によって上昇する高温一酸化炭素変成器の触媒温度を最高使用温度以下とするために予め設定する温度設定信号と前記入口温度信号と比較して、この比較された偏差信号に応じて燃料側パージ弁18を開閉する。

【効果】高温一酸化炭素変成器の触媒破壊や劣化を防止する。



(2)

特開平 7-73895

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解質層を挟んで燃料極および空気極の電極を配置して成り、前記燃料極に燃料を供給すると共に、空気極へ酸素を供給して、このとき起こる電気化学反応により前記両電極間から電気出力を取り出す燃料電池と、混合された原燃料と蒸気とを改質管内の改質触媒と反応させ改質ガスを生成すると共に、一酸化炭素を除去する高温一酸化炭素変成器を有する改質器と、生成された改質ガスを前記燃料電池の燃料極へ供給する燃料供給手段と、前記燃料電池の空気極へ酸素を供給する空気供給手段と、プラント停止時に燃料側バージ弁を介して前記改質器へバージ窒素を供給する窒素バージ手段とを備える燃料電池発電装置において、前記高温一酸化炭素変成器の入口温度を検出して入口温度信号を出力する温度検出手段と、プラント停止時の高温のバージ窒素によって上昇する前記高温一酸化炭素変成器の触媒温度を最高使用温度以下とするために予め設定する温度設定信号と前記入口温度信号と比較して、この比較された偏差信号に応じて前記燃料側バージ弁を開閉する制御手段とを備えたことを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項 2】 電解質層を挟んで燃料極および空気極の電極を配置して成り、前記燃料極に燃料を供給すると共に、空気極へ酸素を供給して、このとき起こる電気化学反応により前記両電極間から電気出力を取り出す燃料電池と、混合された原燃料と蒸気とを改質管内の改質触媒と反応させ改質ガスを生成すると共に、一酸化炭素を除去する高温一酸化炭素変成器を有する改質器と、生成された改質ガスを前記燃料電池の燃料極へ供給する燃料供給手段と、前記燃料電池の空気極へ酸素を供給する空気供給手段と、プラント停止時に燃料側バージ弁を介して前記改質器へバージ窒素を供給する窒素バージ手段とを備える燃料電池発電装置において、プラント停止後に前記改質器の温度を低下させるために前記改質器内へ外部から冷却媒体を制御弁を介して供給する供給手段と、前記改質器内部の温度に応じて前記制御弁を制御し前記改質器内部の温度が所定値以下となった後に、前記窒素バージ手段により前記改質器へバージ窒素を供給する制御手段を備えたことを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項 3】 前記供給手段は、前記改質器に配置されるバーナの部分から前記冷却媒体を前記改質器内へ供給するようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池発電装置。

【請求項 4】 前記冷却媒体は、空気を用いたことを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池発電装置。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記改質器内の温度を検出して温度検出信号を出力する温度検出手段と、前記改質触媒および高温一酸化炭素変成器の触媒の温度を許容温度変化内とするために所定の変化率で降下する温度設

2

定信号を出力する温度設定手段と、前記温度検出信号と温度設定信号との偏差信号に基づいて制御演算を施して前記冷却媒体の流量設定信号を算出する流量設定手段と、前記冷却媒体の流量を検出して流量信号を出力する流量検出手段と、前記流量設定信号と前記流量信号との偏差信号に基づいて制御演算を施して得られる制御信号を前記制御弁へ出力して開閉制御する手段を有し、前記温度検出信号が所定値となった後に、前記窒素バージ手段により前記改質器へバージ窒素を供給するようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池発電装置。

【請求項 6】 電解質層を挟んで燃料極および空気極の電極を配置して成り、前記燃料極に燃料を供給すると共に、空気極へ酸素を供給して、このとき起こる電気化学反応により前記両電極間から電気出力を取り出す燃料電池と、混合された原燃料と蒸気とを改質管内の改質触媒と反応させ改質ガスを生成すると共に、一酸化炭素を除去する高温一酸化炭素変成器を有する改質器と、生成された改質ガスを前記燃料電池の燃料極へ供給する燃料供給手段と、前記燃料電池の空気極へ空気を空気制御弁と空気供給 ON/OFF 弁とを介して供給する空気供給手段と、プラント停止時に燃料側バージ弁を介して前記改質器へバージ窒素を供給する窒素バージ手段とを備える燃料電池発電装置において、前記燃料電池の電池電流を検出して電池電流検出信号を出力する電流検出手段と、前記電池電流信号に基づいて前記空気制御弁の開度設定信号を算出する第 1 関数設定手段と、前記空気制御弁の開度を検出して実開度検出信号を出力する開度検出手段と、前記開度設定信号と前記実開度検出信号との偏差信号を算出する偏差算出手段と、前記偏差信号に所定の制御演算を施して得られる制御信号を出力する制御手段と、前記偏差信号に応じて前記空気供給 ON/OFF 弁を開閉するための ON 信号または OFF 信号を出力する第 2 関数設定手段と、前記 ON 信号の入力によってタイマ動作を開始して所定のタイマ設定時間後に前記空気供給 ON/OFF 弁へ弁開信号を出力するタイマと、前記制御信号と前記空気制御弁を全開方向とする全開信号とを入力して前記空気制御弁へ前記制御信号を選択出力する一方、前記タイマから弁開信号が入力されたとき、前記空気制御弁へ前記全開信号を選択出力する選択手段とを備えたことを特徴とする燃料電池発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、オンサイド型の燃料電池発電装置に係わり、特に停止時に高温一酸化炭素変成器の触媒破壊を防止すると共に、負荷変動時の電池への空気供給量の制御に好適な燃料電池発電装置に関する。

(3)

特開平 7-73895

3

【0002】

【従来の技術】電力の発生は、通常、発電機を蒸気タービン等の原動機で回転させ、この与えられた駆動エネルギーを発電機にて交流電力として発生させ、交流電力のまま需要側へ供給することが、電力の発生から消費に至るまで最も都合の良い方法として採用されており、現在の電力系統は交流系統がそのほとんどを占めている。

【0003】一方、蒸気タービン等を駆動する蒸気は、ボイラ等にて石油、ガス等の燃料を燃焼させた熱エネルギーにより発生させているが、この燃料エネルギーを熱エネルギーとして取り出し、これを蒸気エネルギーに変換し、さらに、電気エネルギーとして取り出すことは、効率面で不利である。

【0004】このため近年、燃料の電気化学的変化を行わせ、この電気化学的変化の際に発生する電子の流れにより直接電気エネルギーを取り出そうとする燃料電池発電方式が、省エネルギー発電の一つとして採用されるようになってきている。

【0005】この燃料電池は、供給される燃料を酸化剤と電気化学的に反応させて電力を発生するものであるが、その出力は直流出力であり、特定区域で消費する場合はこの直流のまま消費され、また、省エネルギー政策の一環として大量の電力をまかなう場合には、直流-交流変換器により交流に変換して電力系統へ供給するようにしている。

【0006】図8は、この種の代表的な燃料電池発電装置の一例を示したものである。

【0007】図中、一点鎖線で囲った部分が燃料電池発電装置1で、天然ガス等の原燃料は、原燃料遮断弁2を介して原燃料制御弁3によりその流量が制御されミキサ4に入る。

【0008】一方、ミキサ4へ蒸気が蒸気発生器5より蒸気制御弁6により流量制御されて入る。そして、ミキサ4では、原燃料と蒸気が混じり合い改質器7に入り、改質器7の内部にある改質触媒8の下で加熱されて水素含有率の高い改質燃料となる（以下、かかる作用を改質と称する）。

【0009】この改質された燃料は、改質器7の内部にある高温-酸化炭素変成器9および改質器7の出口側にある低温-酸化炭素変成器10を経て酸化炭素が除去される。

【0010】改質燃料は、改質燃料制御弁11により、その流量が制御されて燃料電池12の燃料極12Aに流入し、ここで、電気エネルギーとして一部が消費され、残りは前述の改質器7のメインバーナ13で燃焼して改質器7の加熱用高温ガスとなる。

【0011】この加熱用高温ガスは、燃料電池12の酸化剤極（以下、空気極と称する）12Bからの排ガスと合流し、大気へ排気される。

【0012】また、ブロワ14の吐出空気は、空気制御

4

弁15によってその流量が制御され、燃料電池12の空気極12Bに入った酸素の一部は、燃料極12Aの水素と反応し消費され、残りは空気極12Bから排出され、前述の改質器7のメインバーナ13からの排ガスと合流し、大気へ排気される。

【0013】一方、燃料電池12は、燃料極12Aに供給される水素と空気極12Bに供給される空気中の酸素との触媒反応によって、空気極12Bが正極、燃料極12Aが負極となるようにその電気エネルギーを発生する。この電気エネルギーである直流電力は燃料極12Aと空気極12Bに接続された変換器16に供給され、ここで交流に変換し交流電力として電力系統の電氣的負荷へ供給する。

【0014】この際、水素と酸素の電気化学反応により発生した水は、燃料電池本体の冷却水として利用され、また、未反応分の水素および酸素は、燃料極12Aおよび空気極12Bの出口側から各々排出される。

【0015】また、蒸気発生器5の下流から電池冷却水循環ポンプ17により冷却板12Cへ冷却水を流し冷却し、再び蒸気発生器5へ戻る冷却水ラインが形成されている。これにより、燃料電池12で水素と酸素の電気化学反応により発生する熱の冷却が行われる。

【0016】次に、燃料電池発電装置1が停止するとき、原燃料遮断弁2を閉とし、まず、原燃料を遮断する。それと同時に燃料ライン、すなわち、原燃料制御弁3、ミキサ4、改質触媒8、高温-酸化炭素変成器9、低温-酸化炭素変成器10、改質燃料制御弁11、燃料極12Aに改質燃料が残っているので原燃料制御弁3の下流側より燃料側バージ弁18を開にして窒素を導入し、燃料ラインから改質燃料をバージする。

【0017】空気ライン、すなわち、空気極12Bに空気が残っていると、燃料電池12は電圧が発生するので、空気制御弁15の上流側より空気側バージ弁19を開いて窒素を導入し空気をバージする。こうして、改質器7の温度が充分低くなった後に燃料電池発電装置全体を窒素で封じ込める。

【0018】なお、20はスタートバーナ、21は改質管を示している。

【0019】次に、燃料電池の電池電圧と電池電流の関係および負荷変動時の酸素分圧との関係について、図9を参照して説明する。

【0020】まず、燃料電池の電圧電流特性は、V-I曲線により表される。本図は、酸素分圧（酸素濃度）の違う2つのV-I曲線と、低負荷および高負荷における2つの一定出力曲線を示している。

【0021】これによれば、燃料電池が同一出力（KW）のとき、電池に供給される空気中の酸素分圧の違いにより、電池電圧（V）に違いがでることがわかる。一般に、燃料電池の電池電圧は、電池の性能はもちろんのこと、温度、圧力、酸素分圧等により影響を受け変動

(4)

特開平7-73895

5

する。

【0022】ところが、電池は負荷変動により要求される分を出力する必要がある、電池電圧により、出力する電池電流は大きく変動することになる。酸素分圧が高い状態では電池電圧が高く、電池電流が低くて済むが、酸素分圧が低い状態では、電池電圧が低く、同一出力(KW)を出すためには、高い電池電流が必要となる。このように負荷急変に対しては、酸素分圧の高い、低い、つまり、電池空気極への空気の供給量が非常に大きく影響することになる。

【0023】そこで、従来の負荷変動時に対する電池への空気の供給方法について図10を参照して説明する。

【0024】まず、燃料電池12は、図8の説明と同様で、改質器7によって燃料が改質され低温一酸化炭素変成器10により一酸化炭素分が取り除かれた水素リッチな改質ガスが、燃料電池12の燃料極12Aに流入している。一方、ブロワ14により流速をつけられた空気が空気制御弁15により流量制御され燃料電池12の空気極12Bに流入している。そして、燃料電池12では、

空気極12Bへ流入した空気中の酸素が燃料極12Aの水素と反応して発電がされる。

【0025】この状態で、負荷変動が発生すると、変動する電池電流は、電流検出器22により検出され、制御装置23のフィルタ24にて高周波のノイズの除去がされ、電池電流検出信号が関数部25に入力される。

【0026】関数部25では、電池電流に対する空気制御弁15の開度設定信号が予め設定されている。つまり、関数部25は、電池電流に対する燃料電池12の空気極12Bに供給される空気量を定義していることになる。

【0027】この結果、電流検出器22により検出された電池電流は、関数部25により定義された空気制御弁15の開度設定信号に変換される。この開度設定信号と、空気制御弁開度検出器26により検出される実開度信号とが偏差部27によって偏差信号が演算され、制御部28で比例と積分の演算がされ得られる制御信号が選択部29を介して空気制御弁15へ出力される。これによって、関数部25の開度設定信号に追従するように空気制御弁15の開度が制御される。

【0028】さらに、電池電流検出信号は、横軸に時間、縦軸に電流のランプ関数の関数部30に入力され、電池電流信号が演算される。例えば、今、100A相当の電池電流検出信号で、ランプ関数を10A/SECとすると、2秒後に120A相当の信号が偏差部31へ出力される。このとき2秒後の実際の電池電流信号が150Aとなっていると、偏差部31から30A相当の信号が出力される。この演算された電池電流信号と電池電流検出信号とは偏差部31により演算されて偏差信号が関数部32へ入力される。関数部32は、偏差信号がB以上となると、開信号(ON)を出力すると共に、偏差信

6

号がA以下となると、閉信号(OFF)を出力する。関数部32から開信号が空気供給ON/OFF弁33A、33Bへ出力されると、空気供給ON/OFF弁33A、33Bは全開方向へ操作される。このとき、選択部29へ開信号が入力されて、この信号によって所定の速度で空気制御弁15を全開方向とする。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記図8乃至図10において説明した燃料電池発電装置では、

【0030】まず、第1に、図8で説明した燃料電池発電装置1では、プラントの停止時に燃料側の窒素パージする際に高温一酸化炭素変成器9の内部の触媒を破壊したり、劣化させるという問題がある。

【0031】プラントが通常運転されている場合、燃料側は改質器7内部にある改質管21内の改質触媒で改質反応、吸熱反応が行われ、高温一酸化炭素変成器9の入口温度は、この触媒の使用最高温度以下に保たれている。

【0032】例えば、原燃料がメタンで、改質触媒がニッケル系で、高温一酸化炭素変成器9の触媒が酸化鉄系および酸化クロム系である場合には、改質器内部の各温度は、改質触媒出口温度……約700℃、改質管頂部温度……約800～900℃、高温一酸化炭素変成器入口温度……約450℃である。

【0033】ところが、図11に示すようにプラントが時刻T1に停止すると、改質触媒での吸熱反応がなくなり、かつ、パージ用の窒素が高温となっていた改質触媒8の中を通り、ここで、熱を吸収し温められ、さらに最も高温となっている改質管21の頂部の熱をさらに吸収し、高温の窒素がそのまま高温一酸化炭素変成器9に導入される。このため、高温一酸化炭素変成器9の入口温度が時刻T2には、触媒の使用最高温度cを越え、その後の時刻T3となると、やっと使用最高温度低下となる。

【0034】このように、高温一酸化炭素変成器9の触媒には、使用最高温度(約500℃)があり、これを越える温度の窒素が導入されると、この触媒は熱のために破壊されたり融着したりして一酸化炭素を酸化させる能力が劣化するという問題がある。その上、この触媒の劣化を放置すると、高温一酸化炭素変成器9で一酸化炭素が二酸化炭素に変化せず、そのまま燃料電池へ入ることになり、燃料電池の触媒がこの一酸化炭素により破壊されるおそれがある。

【0035】第2には、図10に示す制御装置23では、負荷変動に対応して空気制御弁15と空気供給ON/OFF弁33A、33Bとが適切に追従できず、燃料電池の劣化等が発生することがある。

【0036】図10に示す制御装置23では、例えば、図12に示すように負荷状態がステップアップするよう

(5)

特開平7-73895

7

な場合に、空気供給ON/OFF弁33A、33Bは、時刻T1に開動作し、それに伴って関数部25からの開度設定信号SV（図示鎖線）も増加し、空気制御弁15の開度も所定の速度で全開方向となり、時刻T2で全開となる。このため負荷上昇時に空気を十分に燃料電池へ供給することができる。

【0037】ところが、負荷変動によって電池電流が図13に示すように周期的に変動すると、これに応じて制御装置23では、空気供給ON/OFF弁33A、33Bを時刻T1、T3……に開動作とさせ、時刻T2、T4……に閉動作とさせる動作が繰返えされる。さらに、上記動作に応じて空気制御弁15が時刻T1、T3……に全開方向へ動作するため最終的に全開となってしまう。

【0038】このように、電池電流の脈動により空気供給ON/OFF弁33A、33Bの速い周期で断続的な開閉が続くと、空気供給ON/OFF弁33A、33Bの耐久性を落とすのみでなく、空気供給ON/OFF弁33A、33Bの開閉周期にあわせ空気制御弁15が上昇を続けるため最後には100%開度となってしまう制御範囲外となってしまう。

【0039】この結果、空気供給ON/OFF弁33A、33Bの開閉の周期にあわせ燃料電池の空気極12Bに大量の空気が送り込まれ、燃料電池の空気極12Bと燃料極12Aの間の差圧である極間差圧が断続的に空気極12Bの方が高くなり、電池の寿命低下により電池電圧の低下を招くばかりでなく、電池のセルの破壊にもつながることもある。

【0040】そこで、本発明は高温一酸化炭素変成器の触媒破壊から守り、かつ、電池の劣化を防止して信頼性の向上した燃料電池発電装置を提供することを目的とする。

【0041】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、電解質層を挟んで燃料極および空気極の電極を配置して成り、前記燃料極に燃料を供給すると共に、空気極へ酸素を供給して、このとき起こる電気化学反応により前記両電極間から電気出力を取り出す燃料電池と、混合された原燃料と蒸気とを改質管内の改質触媒と反応させ改質ガスを生成すると共に、一酸化炭素を除去する高温一酸化炭素変成器を有する改質器と、生成された改質ガスを前記燃料電池の燃料極へ供給する燃料供給手段と、前記燃料電池の空気極へ酸素を供給する空気供給手段と、プラント停止時に燃料側パージ弁を介して前記改質器へパージ窒素を供給する窒素パージ手段とを備える燃料電池発電装置において、前記高温一酸化炭素変成器の入口温度を検出して入口温度信号を出力する温度検出手段と、プラント停止時の高温のパージ窒素によって上昇する前記高温一酸化炭素変成器の触媒温度を最高使用温度以下とするために予め設定する温度設定信号と前記入口温度信

8

号と比較して、この比較された偏差信号に応じて前記燃料側パージ弁を開閉する制御手段とを設けるようにしたものである。

【0042】請求項2の発明は、電解質層を挟んで燃料極および空気極の電極を配置して成り、前記燃料極に燃料を供給すると共に、空気極へ酸素を供給して、このとき起こる電気化学反応により前記両電極間から電気出力を取り出す燃料電池と、混合された原燃料と蒸気とを改質管内の改質触媒と反応させ改質ガスを生成すると共に、一酸化炭素を除去する高温一酸化炭素変成器を有する改質器と、生成された改質ガスを前記燃料電池の燃料極へ供給する燃料供給手段と、前記燃料電池の空気極へ酸素を供給する空気供給手段と、プラント停止時に燃料側パージ弁を介して前記改質器へパージ窒素を供給する窒素パージ手段とを備える燃料電池発電装置において、プラント停止後に前記改質器の温度を低下させるために前記改質器内へ外部から冷却媒体を制御弁を介して供給する供給手段と、前記改質器内部の温度に応じて前記制御弁を制御し前記改質器内部の温度が所定値以下となった後に、前記窒素パージ手段により前記改質器へパージ窒素を供給する制御手段とを設けるようにしたものである。

【0043】請求項6の発明は、電解質層を挟んで燃料極および空気極の電極を配置して成り、前記燃料極に燃料を供給すると共に、空気極へ酸素を供給して、このとき起こる電気化学反応により前記両電極間から電気出力を取り出す燃料電池と、混合された原燃料と蒸気とを改質管内の改質触媒と反応させ改質ガスを生成すると共に、一酸化炭素を除去する高温一酸化炭素変成器を有する改質器と、生成された改質ガスを前記燃料電池の燃料極へ供給する燃料供給手段と、前記燃料電池の空気極へ空気を空気制御弁と空気供給ON/OFF弁とを介して供給する空気供給手段と、プラント停止時に燃料側パージ弁を介して前記改質器へパージ窒素を供給する窒素パージ手段とを備える燃料電池発電装置において、前記燃料電池の電池電流を検出して電池電流検出信号を出力する電流検出手段と、前記電池電流信号に基づいて前記空気制御弁の開度設定信号を算出する第1関数設定手段と、前記空気制御弁の開度を検出して実開度検出信号を出力する開度検出手段と、前記開度設定信号と前記実開度検出信号との偏差信号を算出する偏差算出手段と、前記偏差信号に所定の制御演算を施して得られる制御信号を出力する制御手段と、前記偏差信号に応じて前記空気供給ON/OFF弁を開閉するためのON信号またはOFF信号を出力する第2関数設定手段と、前記ON信号の入力によってタイマ動作を開始して所定のタイマ設定時間後に前記空気供給ON/OFF弁へ弁開信号を出力するタイマと、前記制御信号と前記空気制御弁を全開方向とする全開信号とを入力して前記空気制御弁へ前記制御信号を選択出力する一方、前記タイマから弁開信号が

9

入力されたとき、前記空気制御弁へ前記全開信号を選択出力する選択手段とを設けるようにしたものである。

【0044】

【作用】請求項1の発明は、制御手段によってプラント停止時の高温一酸化炭素変成器の触媒の上昇温度を最高使用温度以下とするように燃料側パージ弁を開閉する。従って、高温一酸化炭素変成器の触媒の上昇温度が最高使用温度以下となるため高温の改質触媒によってパージ室素が高温となり、高温のパージ室素によって高温一酸化炭素変成器を通過することがなく、高温一酸化炭素変成器の触媒を破壊したり、劣化させることを防止することができる。

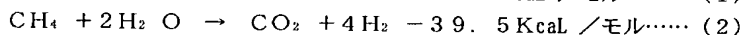
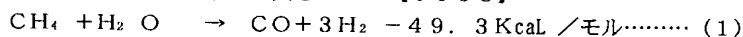
【0045】請求項2の発明は、プラント停止時に冷却媒体を改質器内に噴出させ、改質触媒および高温一酸化炭素変成器の触媒の温度を十分に低下した後に窒素パージがされる。従って、高温一酸化炭素変成器の触媒の破壊を防止し、プラントの寿命を永くすることができる。

【0046】請求項6の発明は、断続的な負荷変動に対してタイマから開信号が空気供給ON/OFF弁へ出力されないため空気供給ON/OFFが繰り返して動作することがなく、空気供給過多が発生することがなく、電極間の差圧に起因する電池の劣化や破損を回避することができる。

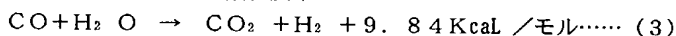
【0047】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0048】図1は本発明の第1実施例を示す燃料電池発電装置の要部構成図である。図1と従来技術を示す図8と同一符号は、同一部分または相当部分を示し、異なる*



【0054】改質触媒8で発生する一酸化炭素は、高温一酸化炭素変成器9および低温一酸化炭素変成器10により、次の式(3)に示す化学反応に基づき一酸化炭素※



【0056】改質器7で改質された水素は燃料電池12の燃料極12Aに導入され、ここで発電するために使用される。また、反応に寄与しなかった残りの水素はメインバーナ13へ導かれ改質器7の改質反応の熱源となる。

【0057】改質反応が開始されると、スタートバーナ20は徐々に消火されメインバーナ13だけが改質器7の熱源となる。通常運転時は、改質触媒8で吸熱反応が行われているため高温一酸化炭素変成器9の触媒はこの触媒の使用最高温度以下に保たれている。

【0058】次に、燃料電池発電装置を停止する場合の作用を図1および図8を参照して説明する。

【0059】まず、原燃料遮断弁2を閉とし、原燃料を絶つ。また、燃料側パージ弁18、空気側パージ弁19をそれぞれ開とし窒素を導入し燃料側、空気側をそれぞ

(6)

特開平7-73895

10

*る点は高温一酸化炭素変成器9に温度検出器35を配置すると共に、燃料側パージ弁18を制御する制御演算部36を追設したことである。

【0049】ここで、温度検出器35は、高温一酸化炭素変成器9の入口温度を検出して温度検出信号を制御演算部36へ出力するものである。制御演算部36は、窒素パージするとき温度検出信号aを入力してこの温度検出信号aと予め設定された高温一酸化炭素変成器9の触媒温度設定信号と比較して温度検出信号aが触媒温度設定信号より大きいとき、燃料側パージ弁18へ閉信号を出力し、温度検出信号aが触媒温度設定信号より小さいとき、燃料側パージ弁18へ開信号を出力するものである。

【0050】以上の構成で、起動時の作用について図1および図8を参照して説明すると、原燃料遮断弁2が開となり、改質器7のスタートバーナ20が点火される。この熱源により改質管21は内部に入っている改質触媒8が反応する温度まで昇温される。この条件は原燃料の種類および使用している改質触媒により異なるが、例えば、原燃料がメタン系でニッケル系の触媒の下では反応温度は約700℃にて行われる。

【0051】改質触媒8の反応温度まで昇温されると、原燃料制御弁3が開き始め、また、蒸気制御弁6も開き始め、原燃料蒸気がミキサ4で混合され、改質器7の内部にある改質管21の改質触媒8へ導入される。

【0052】改質触媒8では、次の式(1)および(2)に示す化学反応が行われ水素、一酸化炭素、二酸化炭素がそれぞれ生成される。

【0053】

※が除去される。

【0055】

れパージする。

【0060】燃料側はミキサ4、改質器7の内部にある改質管21内の改質触媒8、高温一酸化炭素変成器9の触媒、改質器7の出口にある低温一酸化炭素変成器10、燃料電池12の燃料極12Aおよびそれらを接続している配管内部に溜まっている改質燃料を燃料電池発電装置から全て追い出すと共に、特に高温となっている改質器7および改質管21の冷却を行う。

【0061】改質器7および改質管21が十分冷却された後、改質触媒8、高温一酸化炭素変成器9および低温一酸化炭素変成器10内部のそれぞれの触媒が排気口からの逆流または拡散による空気と化学反応を起こし、それぞれの触媒が劣化するのを防ぐため燃料電池発電装置全体を窒素で封じ込める。この際、あまり高い温度で封じ込めてしまうと、周囲温度が下がるに従って改質管2

(7)

特開平7-73895

11

1の内部圧力が徐々に下がり外側との圧力差が大きくなり改質管21は潰れる。従って、改質器7およびその内部にある改質管21の冷却は充分に実施しなくてはならない。

【0062】一方、空気側は、燃料電池12の空気極12Bにある空気を完全に除去しなくてはならない。何故ならば空気が空気極12Bに残存しているとプラント停止後も電圧が発生し、燃料電池12の触媒に悪影響を与えてしまうからである。

【0063】ここで、窒素パージするときの第1実施例の作用を具体的に図2を参照して説明すると、プラントが時刻T1に停止すると、高温一酸化炭素変成器9に配置された温度検出器35による温度検出信号aが制御演算部36へ入力される。制御演算部36では、温度検出信号aと触媒温度設定信号bとを比較するが、このとき温度検出信号aが触媒温度設定信号bより小さいため燃料側パージ弁18へ開信号を出力する。この結果、燃料側パージ弁18から窒素が改質触媒8へ導入され、改質触媒8で昇温された窒素によって高温一酸化炭素変成器9の温度を上昇させる。

【0064】このため、時刻T2になると、温度検出信号aが触媒温度設定信号bとほぼ等しくなり、制御演算部36から閉信号が燃料側パージ弁18へ出力され、窒素の供給が中断される。その後、温度検出信号aは、やや遅れがあるため窒素の供給を中断しても上昇し、やがて降下して時刻T3に触媒温度設定信号bとほぼ等しくなる。

【0065】この結果、制御演算部36では、再び開信号を時刻T3に燃料側パージ弁18へ出力して窒素の供給をする。

【0066】制御演算部36は、時刻T1、T3、T5、T7に開信号を出力し、時刻T2、T4、T6、T8に閉信号を出力して温度検出信号aが触媒温度設定信号bに追従するように制御される。

【0067】従って、温度検出信号aが高温一酸化炭素変成器9の触媒使用最高温度cを越えないように制御できる。

【0068】このように、高温一酸化炭素変成器9の入口に設けた温度検出器35からの温度検出信号aを基に制御演算部36を設けた燃料側パージ弁18を開、閉することにより、プラント停止時における高温の窒素パージによって高温一酸化炭素変成器9の触媒を劣化させることなく改質器7、改質管21の冷却が行える。

【0069】次に、本発明の第2実施例を図3および図4を参照して説明する。

【0070】図3は、本発明の第2実施例を示す燃料電池発電装置の要部構成図である。図3が従来技術を示す図8と同一符号は、同一部分または相当部分を示し、図3が図8と異なる主な点は、改質管21に温度検出器37を配置すると共に、メインバーナ13およびスタート

12

バーナ20への空気供給ラインに空気流量制御弁38と空気流量検出器39とを配置し、さらに、制御演算部40を追設したことである。

【0071】ここで、温度検出器37は、改質触媒付近の温度を検出し、温度検出信号dを制御演算部40へ出力するものである。空気流量制御弁38は、制御演算部40からの制御信号によって開度を増減してメインバーナ13およびスタートバーナ20への空気流量を制御するものである。

【0072】制御演算部40は、後述するよに改質触媒8および高温一酸化炭素変成器9の触媒に対して破損させないように許容変化内で空気流量制御弁38を制御するものである。

【0073】上記構成で、起動時および通常運転の作用は、図1の第1実施例で説明したと同様である。

【0074】プラント停止時には、最初に、改質器7の内部の改質管21が十分に冷却される。すなわち、温度検出器37からの温度検出信号dが図4に示す構成の制御演算部40へ入力され温度検出信号dが偏差算出手段41に入力され温度設定手段42と比較され偏差信号が制御手段43へ入力される。

【0075】温度設定手段42は、温度検出信号dにトラッキングがされ、かつ、温度検出信号dから所定率で変化するレートリミッタを有し、プラント停止時の改質触媒8の出口温度から改質触媒8の最終目標温度設定値まで改質触媒8および高温一酸化炭素変成器9の触媒に対して破損させないように許容変化内で温度設定信号を出力する。

【0076】偏差算出手段41からの偏差信号は、制御手段43によって所定の比例および積分演算処理が施され、流量設定信号が信号選択手段44を介して偏差算出手段45に入力される。

【0077】偏差算出手段45では、信号選択手段44からの流量設定信号と空気流量検出器39の流量信号の偏差信号が算出される。この偏差信号は、制御手段46へ入力され、比例、積分、微分の演算処理がされ制御信号が空気流量制御弁38へ出力される。

【0078】これによって、プラント停止時に改質触媒8の出口温度がプラント停止時の改質触媒8の出口温度最終目標温度設定値まで、単位時間内の温度差勾配が改質触媒8および高温一酸化炭素変成器9の触媒に物理的な破損をもたらさない範囲内で温度を降下するように空気がメインバーナ13の空気穴から改質器7内に噴き出される。そして、改質器7内の空気は、排気孔を通して大気へ放出される。

【0079】なお、プラント運転時、空燃比制御手段47からの流量設定信号が信号選択手段44を介して偏差算出手段45へ出力され、この流量設定信号に基づいて制御される。

【0080】このように、プラント停止時の燃料側に窒

(8)

特開平 7-73895

13

素バージする前に、メインバーナ 13 から空気を改質器 7 へ噴き出させ、大気へ排気するため改質器 7 内では、常温の空気が噴き出され循環することができる。これによって、改質器 7 内部に複数ある改質管 21 の改質触媒 8 出口温度をまとめて低くすることができ、高温一酸化炭素変成器 9 の入口温度も低くなるため、高温一酸化炭素変成器 9 の触媒の劣化を防止することができる。

【0081】その上、プラント停止時の改質触媒 8 の出口温度に基づいて空気流量制御弁 38 を調節して、改質器 7 内および改質管 21 を所定の温度降下で徐々に冷却する。従って、改質触媒 8 および高温一酸化炭素変成器 9 の触媒が急激な温度差による物理的破損をすることがない。

【0082】次に、本発明の第 3 実施例を図 5 を参照して説明する。

【0083】図 5 は、本発明の第 3 実施例を示す燃料電池発電装置の構成図である。図 5 が従来技術を示す図 10 と同一符号は、同一部分または相当部分を示し、図 5 が図 10 と異なる主な点は、制御装置の構成を異にして、図 10 の関数部 30 を削除し、関数部 32 の出力側にオンディレータイマ 48 を追設したことである。

【0084】ここで、オンディレータイマ 48 は、関数部 32 からの開信号 (ON) が入力したとき、タイマ動作を開始して所定時間後に空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B へ開信号を出力するものである。

【0085】以上の構成で、電流検出器 22 により検出された電池電流信号は、制御装置 23A に取り込まれ、フィルタ 24 にて周波数の非常に高いノイズ分が除去され、関数部 25 に入力される。電池電流信号に対応する空気制御弁 15 の開度を定義している関数部 25 は検出された電池電流信号に見合った空気制御弁 15 の開度設定信号を出力する。

【0086】関数部 25 から出力された開度設定信号は、偏差部 27 により、空気制御弁開度検出器 26 で検出された実開度信号と偏差信号が算出され、その偏差信号は制御部 28 と関数部 32 へ出力される。

【0087】制御部 28 は、偏差信号に基づいて比例および積分処理の演算をして、選択部 29 を介して制御信号を空気制御弁 15 へ出力する。

【0088】一方、偏差部 27 からの偏差信号が関数部 32 へ入力され、図示する設定値 D より上記偏差信号が大きくなると、開信号 (ON) が出力され、設定値 E より偏差信号が小さくなると、閉信号 (OFF) が出力される。

【0089】関数部 32 から開信号が出力されると、オンディレータイマ 48 がタイマ動作を開始する。このとき、開信号が所定のタイマ時間 T 以上出力されていると、空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B へ開信号を出力すると共に、選択部 29 へ全開信号を出力する。

【0090】このとき、選択部 29 では、制御部 28 か

14

らの制御信号から全開信号へ切替え空気制御弁 15 へ出力する。これによって、負荷変動に対応して空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B を開動作とすると共に、空気制御弁 15 を全開として空気を供給する。

【0091】ここで、負荷変動したときの制御装置 23A の作用について図 6 を参照して説明する。

【0092】まず、負荷変動に伴って電池電流が増加して、図 6 に示す如く、電流検出器 22 からの電池電流信号が時刻 T1 にステップ状に増加したとする。この場合、制御装置 23A の関数部 25 の開度設定信号 SV (図示鎖線) は徐々に変化し、偏差部 27 からの偏差信号が制御部 28 で制御演算され制御信号が空気制御弁 15 へ出力される。この結果、空気制御弁 15 の弁開度が所定の増加率で開方向へ移行する。

【0093】これに対して、偏差部 27 からの偏差信号が時刻 T2 に設定された設定値 D より大きくなると、開信号が出力され、オンディレータイマ 48 がタイマ動作を開始する。そして、T 秒後に開信号が空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B へ出力される。

【0094】その後、偏差部 27 からの偏差信号が時刻 T3 に設定された設定値 E より小さくなると、空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B へ閉信号が出力される。

【0095】このように、電池電流が、ステップ状に上昇した場合には、空気制御弁の開度偏差が急上昇するため、上昇開始時から T 秒後に空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B が開になり、必要な空気を燃料電池へ供給する。この間電池は、空気不足分を電池内にある余剰空気をを使用することにより発電を行う。

【0096】また、例えば、負荷変動によって電池電流が図 7 に示すように周期的に脈動する場合、制御装置 23A では、次の作用をする。

【0097】まず、時刻 T1 に電池電流信号が増加すると、これに伴って偏差部 27 からの偏差信号が増加して時刻 T2 に偏差信号が関数部 32 の設定値 D より大きくなって開信号がオンディレータイマ 48 へ出力され、タイマ動作を開始する。

【0098】その後、偏差信号が降下してくるが、タイマ設定時間 T による時刻 T3 になる時刻以前に偏差信号が関数部 32 の設定値 E 以下となる。従って、閉信号がオンディレータイマ 48 へ出力されてタイマ動作を中止してリセットする。

【0099】このように、偏差部 27 により算出された偏差信号が、弁開条件で設定値 D を超えたとしても、オンディレータイマ 48 によるカウント T 秒間を連続して超えることはなく、空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B が開くことはない。

【0100】なお、空気供給 ON/OFF 弁 33A, 33B の弁開条件としての設定値 D およびオンディレータイマ 48 の設定時間 T は電池空気極側の余剰空気量により決定される。つまり、負荷上昇により電池空気極の空

(9)

特開平 7-73895

15

気不足状態がT秒間継続しても発電を継続できるような設定値Dと設定時間Tを選択する。

【0101】また、弁閉条件である設定値Eはコントロールバルブによる空気供給が十分に行える状態、つまり、実開度と制御のための演算上の開度による偏差がない状態で空気供給ON/OFF弁33A, 33Bが閉となるように設定値Eを選択する。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明は、プラント停止時の高温一酸化炭素変成器の触媒の上昇温度を最高使用温度以下とするように制御するため高温一酸化炭素変成器の触媒を破壊したり、劣化させることを防止することができる。

【0103】請求項2の発明は、プラント停止時に冷却媒体を改質器内に噴出させ高温一酸化炭素変成器の温度が十分に低下した後空素パージがされる。従って、高温一酸化炭素変成器の触媒の破壊したり、劣化させることを防止することができる。

【0104】請求項3の発明は、断続的な負荷変動に対して空気供給ON/OFFが繰り返して動作することがないために空気供給過多が発生することがなく、電極間の差圧に起因する電池の劣化や破損を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す燃料電池発電装置の要部構成図である。

【図2】図1の作用を示す説明図である。

【図3】本発明の第2実施例を示す燃料電池発電装置の要部構成図である。

【図4】図3の制御演算部の構成図である。

【図5】本発明の第3実施例を示す燃料電池発電装置の要部構成図である。

【図6】図5の第1の作用を示す説明図である。

【図7】図5の第2の作用を示す説明図である。

【図8】従来例を示す燃料電池発電装置の全体系統図である。

【図9】燃料電池の電圧電流特性図である。

【図10】従来の燃料電池の空気極への空気流量の制御をする制御装置の構成図である。

【図11】図8に示す従来の燃料電池発電装置のプラント停止時における作用の説明図である。

【図12】図10に示す制御装置の負荷変動時の第1の

16

作用の説明図である。

【図13】図10に示す制御装置の負荷変動時の第2の作用の説明図である。

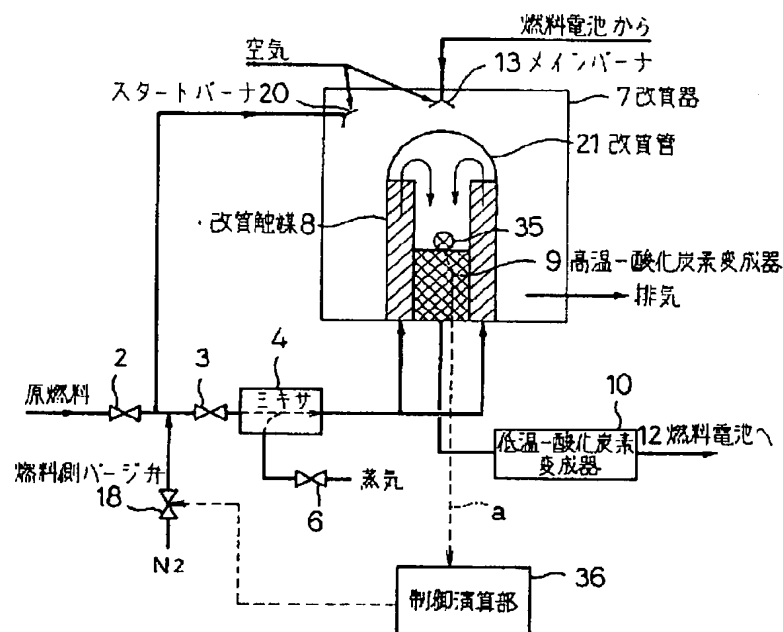
【符号の説明】

- | | |
|------------|-------------|
| 1 | 燃料電池発電装置 |
| 3 | 原燃料制御弁 |
| 5 | 蒸気発生器 |
| 7 | 改質器 |
| 8 | 改質触媒 |
| 9 | 高温一酸化炭素変成器 |
| 10 | 低温一酸化炭素変成器 |
| 12 | 燃料電池 |
| 13 | メインバーナ |
| 15 | 空気制御弁 |
| 17 | 電池冷却水循環ポンプ |
| 18 | 燃料側パージ弁 |
| 19 | 空気側パージ弁 |
| 20 | スタートバーナ |
| 21 | 改質管 |
| 22 | 電流検出器 |
| 23 | 制御装置 |
| 24 | フィルタ |
| 25, 30, 32 | 関数部 |
| 26 | 空気制御弁開度検出器 |
| 27, 31 | 偏差部 |
| 28 | 制御部 |
| 29 | 選択部 |
| 33A, 33B | 空気供給ON/OFF弁 |
| 35 | 温度検出器 |
| 36 | 制御演算部 |
| 37 | 温度検出器 |
| 38 | 空気流量制御弁 |
| 39 | 空気流量検出器 |
| 40 | 制御演算部 |
| 41 | 偏差算出手段 |
| 42 | 温度設定手段 |
| 43 | 制御手段 |
| 44 | 信号選択手段 |
| 45 | 偏差算出手段 |
| 46 | 制御手段 |
| 47 | 空燃比制御手段 |
| 48 | オンディレータイマ |

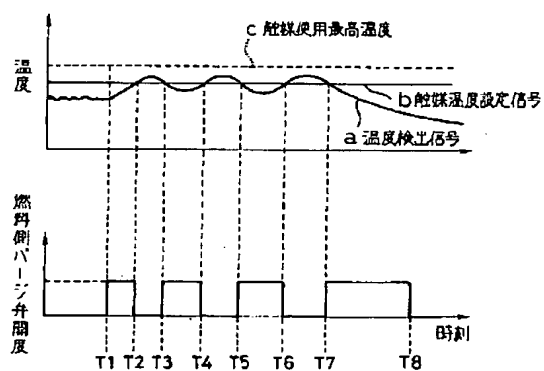
(10)

特開平 7-73895

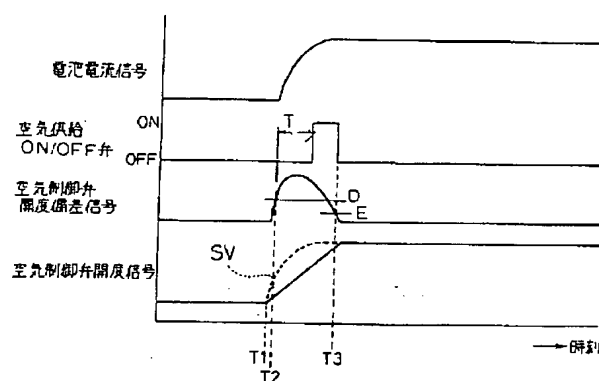
【図 1】



【図 2】



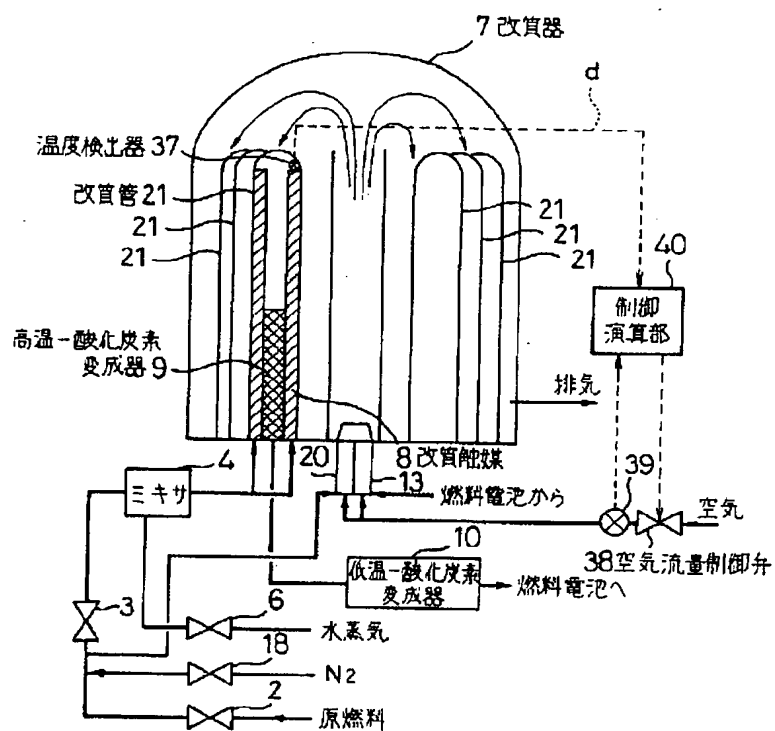
【図 6】



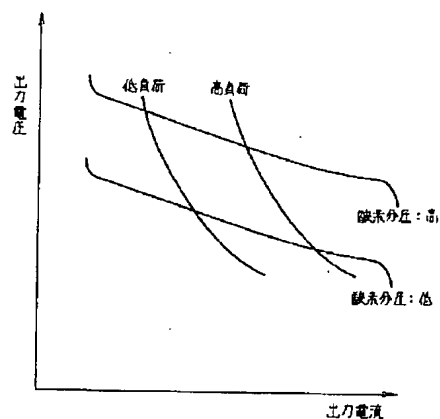
(11)

特開平 7 - 7 3 8 9 5

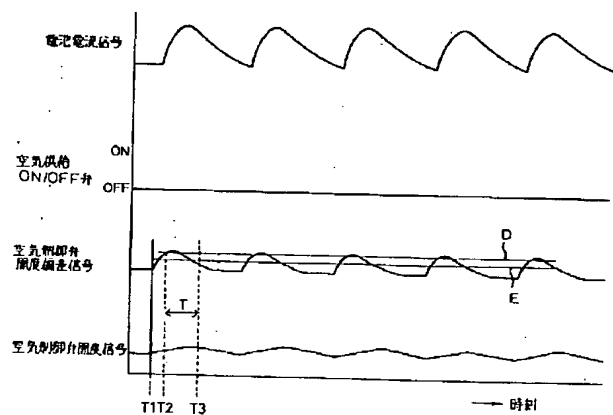
【图 3】



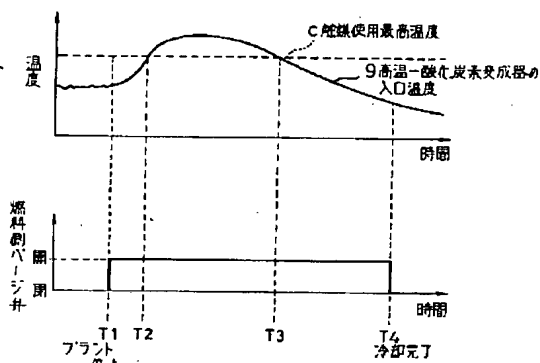
【图9】



【图 7】



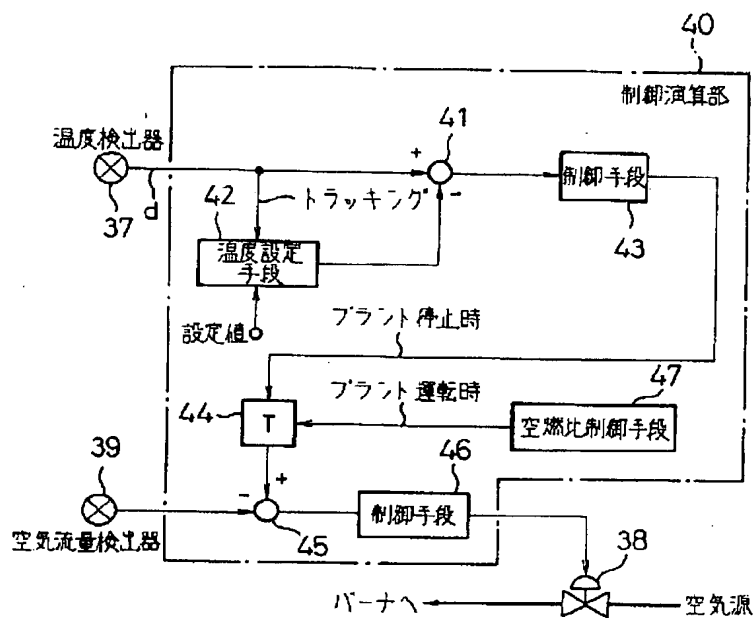
【図 1 1】



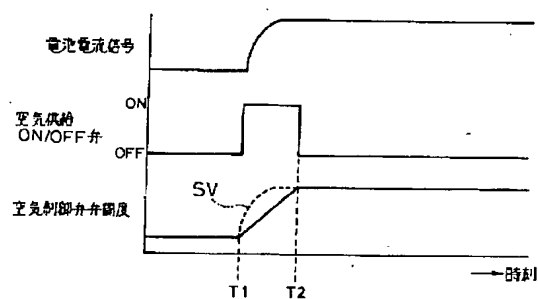
(12)

特開平 7 - 7 3 8 9 5

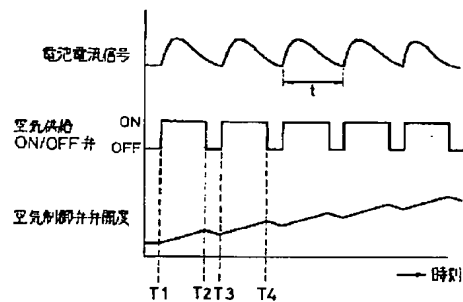
【図 4】



【図 1 2】



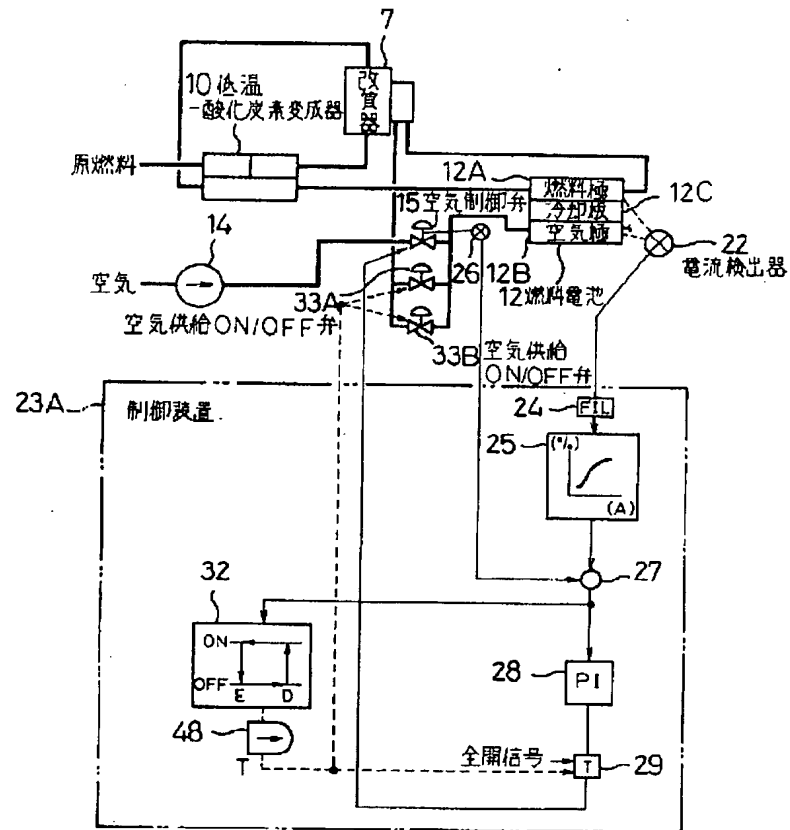
【図 1 3】



(13)

特開平7-73895

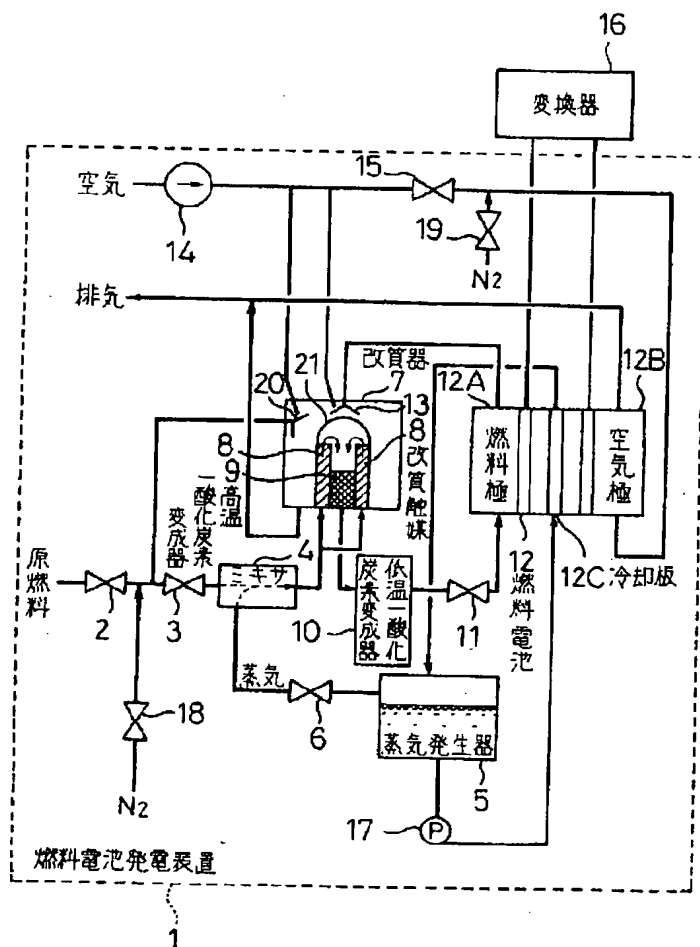
【図5】



(14)

特開平 7-73895

【図 8】



(15)

特開平7-73895

【図10】

